



Pyrocam IVTM および Pyrocam IVsTM ユーザガイド

株式会社オフィールジャパン

〒330-0854 埼玉県さいたま市大宮区桜木町 4-384

URL : www.ophiropt.com/jp

TEL : 048-646-4150 FAX : 048-646-4155 Email : info@ophirjapan.co.jp

2014.09.24



光技術をサポートする
株式会社オプトサイエンス

<http://www.optoscience.com>

東京本社 〒160-0014 東京都新宿区内藤町1番地 内藤町ビルディング TEL:03-3356-1064

大阪営業所 〒532-0011 大阪市淀川区西中島7-7-2 新大阪ビル西館 TEL:06-6305-2064

名古屋営業所 〒450-0002 名古屋市中村区名駅2-37-21 東海ソフトビル TEL:052-569-6064

E-mail : info@optoscience.com

注 意

BeamGage®はオフィール-スピリコンの登録商標です。

Ultracal™ はオフィール-スピリコンの商標です。

Ultracal 処理機能は米国特許 Nos. 5,418,562 と 5,440,338 で保護されています。

GigE Vision® は Automated Imaging Association の登録商標です。

Windows®, Windows 7®, Visual Basic®, Internet Explorer®, Excel®, Visual

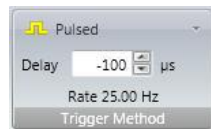
Studio®, .XPS® は Microsoft 社の登録商標です。

LabVIEW® と **NI-IMAQdx®** は National Instruments 社の登録商標です。

© 2014 オフィール-スピリコン, LLC. 無断複写・転載を禁じます。製品およびマニュアルの全ての権利はオフィール-スピリコン, LLC に帰属します。オフィール-スピリコン, LLC は本ユーザガイドに記載された製品についての記述を予告なしに更新する権利を有します。

目次

目次.....	3
第1章 概要.....	5
1.1 はじめに.....	5
1.2 モデル.....	5
1.3 内容物.....	6
1.4 アクセサリ.....	6
1.5 本マニュアルの使用法.....	7
1.6 安全性.....	7
1.6.1 光放射障害.....	7
1.6.2 電氣的障害.....	8
1.7 メンテナンスとクリーニング.....	8
第2章 接続、機能、表示.....	9
2.1 装置の設置.....	9
2.1.1 イーサネットの設定.....	9
2.1.2 BeamGage 設定.....	9
2.1.3 接続.....	9
2.1.3.1 ギガビット・イーサネット.....	9
2.1.3.2 電源.....	9
2.1.3.3 トリガ.....	10
2.1.4 ドライバのインストール.....	10
第3章 設定と動作モード.....	11
3.1 はじめに.....	11
3.2 Pyrocam の機能.....	11
3.3 パルス動作.....	16
3.3.1 パルスモード.....	17
3.3.2 パルスモード設定手順.....	18
3.3.2.1 トリガ周波数安定度.....	18
3.3.3 モード1、シングルショット動作.....	19
3.3.4 モード2、周期的動作.....	19
3.3.5 モード2、周期的バースト動作.....	20
3.3.6 モード3、高速動作.....	21
3.4 チョップ動作.....	22





3.4.1	CW 設定	23
3.4.1.1.	内蔵チョッパ	24
3.4.1.2.	ビームアライメント	24
3.4.1.3.	損傷への注意	24
3.5	校正と Ultracal	25
3.5.1	校正	25
3.5.2	Ultracal	25
3.5.3	Ultracal の実行	25
3.5.4	Ultracal ステータス・インジケータ	26
第 4 章	GenICam 適合性	27
4.1	機能	27
4.2	National Instruments 画像取得ソフトウェア	27
付録 A	Pyrocam IV & IVs 仕様	29
付録 B	ディテクタ・ウィンドウの着脱	33
付録 C	不良ピクセル補正	36
付録 D	ゲイン補正	40
付録 E	Pyrocam モデル名とアクセサリ	43
付録 F	機能一覧	44

第1章 概要

1.1 はじめに

Pyrocam は高性能のパイロエレクトリックカメラで、25mmの大口径（320 x 320 ピクセル）を持ち16ビットの A/Dコンバータを備えていますので、大きな信号やビーム裾野などの低レベル信号のどちらに対しても信頼性の高い測定/解析を行うことができます。また、赤外域ではフラットな応答特性を持ち、ダイナミックレンジも広いので、高温源の赤外線画像をリアルタイムで計測できます。また、16ビットでのデジタル化により正確な信号積算やアベレージングができますので、ノイズからの低レベル信号の抽出も可能です。

Pyrocam にはGigE Vision 規格に準拠したIEEE 802.3abギガビット・イーサネット・インターフェースが用いられています。カメラにはPCI、PCI高速ギガビット・イーサネットカード、3m のイーサネットケーブルが付属しています。もっと長い/短いケーブルを使う場合はシールドされたCat6Aケーブルを使用して下さい。

Pyrocamは付属の解析ソフトウェアBeamGage スタンダードで動作しますが、National Instruments社の画像取得ソフトウェアやGenICam規格にも準拠しています（第4章参照）。

1.2 モデル

Pyrocam には下記のモデルがあり、どちらにもBeamGageスタンダードが付属しています。BeamGageプロフェッショナルや BeamGageエンタープライズへのアップグレードは有償で行えます。

モデル	説明
PY-IV-C	Pyrocam IV, CWおよびパルス動作 *
PY-IV-P	Pyrocam IV, パルス動作のみ*
PY-IVs-C	Pyrocam IVs, CWおよびパルス動作 *
PY-IVs-P	Pyrocam IVs, パルス動作のみ*

* ウィンドウタイプの指定要。着脱可能標準ウィンドウx1が無償で含まれます。

1.3 内容物

標準 Pyrocam には下記が含まれます：

- デスクトップ PC 用ギガビット PCI-高速カード
- ノート PC 用ギガビット PCI-高速/34 カード
- シールドされた Cat6A イーサネットケーブル、3m
- ユニバーサル電源、国際 AC アダプタ付
- SMA – BNC トリガケーブル、0.9m
- 防塵カバー
- ユーザ指定 A/R コート付ウィンドウ、カメラに装着
- BeamGage ソフトウェア DVD
- GigE ユーザガイド
- 本ユーザガイド

1.4 アクセサリ

オフィール-スピリコン社では様々な用途に対応できるよう、Ge レンズ、減光オプティックス、ビームエキスパンダ/レデューサなど豊富なアクセサリをご用意しています。詳細はオフィールジャパンまでお問い合わせ下さい。

Pyrocam IV & IVs用アクセサリ

レンズ	各種レンズ、アダプタあり（付録Eのリスト参照）
-----	-------------------------

1.5 本マニュアルの使用方法

警告：

Pyrocamをご使用になる前に**必ず**このマニュアルをお読み下さい。Pyrocam は高価なものですが、損傷に対しては通常の保証は適用されません。

各章の内容は下記の通りです：

- 第1章 概要（一般情報を提供）
- 第2章 接続、機能、表示 について説明
- 第3章 設定および動作モード
- 第4章 GenICam適合性（ Pyrocamでの使用法を説明）
- 付録A Pyrocamの仕様と寸法
- 付録B ディテクタ・ウィンドウの着脱手順
- 付録C 不良ピクセル補正手順の説明
- 付録D ゲイン補正手順の説明
- 付録E Pyrocam全モデルとアクセサリ
- 付録F Pyrocamの機能一覧

注意： Pyrocamへトリガパルスを正しく送ることが極めて重要です。第2章と第3章の内容をよく読んで理解して下さい。また、付録Aにある損傷しきい値についても十分注意して下さい。

1.6 安全性

Pyrocam は使用者に危害を及ぼすことはありませんが、レーザとの使用が想定されるので、レーザによる危険性への対策は必要となります。レーザに起因する危険性には目や皮膚の損傷があります。

1.6.1 光放射障害

ほとんどのカメラではセンサに入射する光放射強度は小さいので危険はないと考えられます。しかし、パイロエレクトリック素子を用いたPyrocamでは必ずしもそうとは言えません。入射レーザ光はPyrocamのチョップとディテクタ・ウィンドウで反射されます。レーザをカメラに入射させる際にはこの反射も考慮する必要があります。

本装置を使用する際、高出力レーザの光路上で作業する場合もあるかもしれません。その場合、防護策が必要です。

レーザービーム光路が遮蔽されていない場合、作業者は突発的なレーザー被ばくの危険性に備えなければなりません。作業者以外の人についても同様です。被ばくには、直接光による場合と反射光による場合とがあります。ビームが遮蔽されていない場合はレーザーを使用しないか、あるいは使用する場合はパワーレベルを下げて使用することが望ましいと思われます。レーザー被ばくの危険性がある場合は保護メガネや保護服を使用して下さい。

1.6.2 電氣的障害

Pyrocam のユニバーサル電源は 240V 以下の電圧、50/60Hz での使用が想定されています。電源出力は 12VDC なので感電の危険性はありません。電源にはユーザが扱える部品はありませんので触らないで下さい。

また、爆発を避けるため、Pyrocam を爆発性雰囲気で使用しないで下さい。

警告

感電の危険性があるのでカバーを開けないで下さい。ユーザが扱える部品はありませんので、修理についてはオフィールドジャパンまでお問い合わせ下さい。
源ケーブルの保護接続線は必ず接地して下さい。

1.7 メンテナンスとクリーニング

Pyrocam のメンテナンスや修理は工場にて行う必要があります。カメラ本体のクリーニングは水などで湿らせた柔らかな布で行って下さい。ウィンドウに付着した微粒子を除去するにはフィルタを通した圧縮空気を使って下さい。

第2章 接続、機能、表示

2.1 装置の設置

Pyrocam は下記で構成されます：

- Pyrocam カメラ、電源付
- ギガビット・イーサネット・インターフェースカード
- BeamGage 用 Windows 7 (32 /64 ビット) 対応 PC
- Cat6A ケーブル
- トリガケーブル、TTL トリガソース用 (パルスレーザのみ)

2.1.1 イーサネットの設定

Pyrocam で用いる PC に適切なイーサネットカードをインストールして下さい。スピリコンでは付属の 2 枚のギガビット・イーサネットカードの使用を推奨します。他のカードやポートでの使用については保証の限りではありません。メーカーの使用書に従って下さい。

2.1.2 BeamGage 設定

Pyrocam を PC に接続する前に付属の BeamGage をインストールして下さい。BeamGage のユーザガイド日本語版も含まれています。BeamGage には "What's This/ヘルプ" 機能もあり、様々な機能の簡単な説明・使用法が表示できます。慣れていない場合は、測定を始める前にまず BeamGage ユーザガイドを読んで BeamGage の Pyrocam での使い方を学んで下さい。

2.1.3 接続

次の接続が必要です：

- イーサネットケーブル
- 電源
- TTL トリガ源 (パルスの場合)

低繰り返しパルスレーザを測定する場合は必ず外部トリガ源が必要です (図 2.1 参照)。CW レーザの測定で内部チョッパを使用する場合、外部トリガは不要です。

2.1.3.1 ギガビット・イーサネット

イーサネットケーブルで Pyrocam と PC を接続します。

2.1.3.2 電源

Pyrocam には 12VDC/24W のユニバーサル電源が付属しています。出力電源ケーブルでカメラと AC 供給源に接続されている電源とを繋げて下さい。

2.1.3.3 トリガ

パルス動作の場合、トリガ源とこの SMA コネクタを接続して下さい。SMA と BNC アダプタの接続ケーブルは付属しています。TTL トリガパルスは、パルス立ち上がり時に Pyrocam をトリガします。

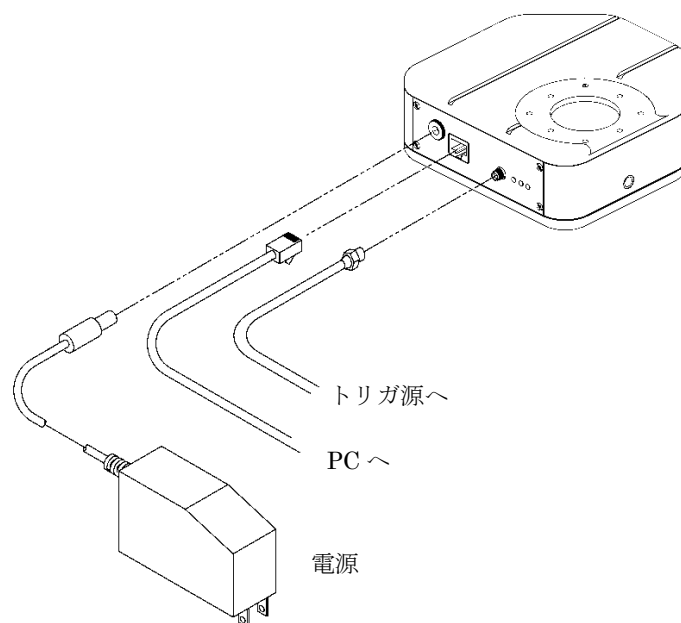


図 2.1 一般的なケーブル接続

2.1.4 ドライバのインストール

Pyrocam を動作させるのに必要な eBus ユニバーサルプロ・ドライバが BeamGage に含まれています。カメラを接続した状態で最初に BeamGage を立ち上げるとコマンド画面が現れ、ドライバがインストールされたことが示されます。詳細は Pyrocam に付属の BeamGage ユーザノートの Gig-E カメラでの使用についての部分を参照願います。

第3章 設定と動作モード

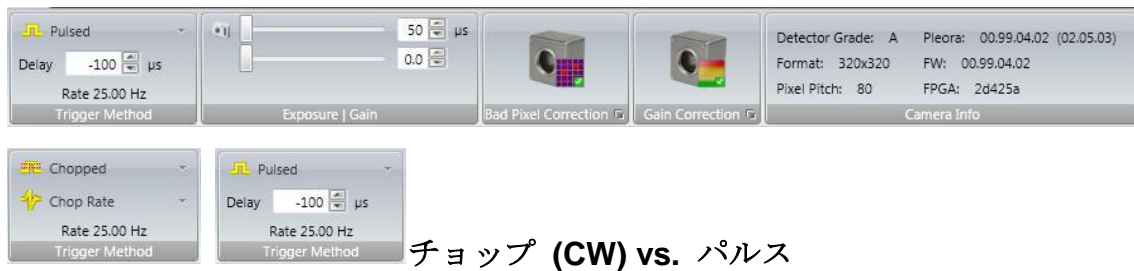
3.1 はじめに

Pyrocam にはCWおよびパルスレーザ用のモデルがあります。適切なレンズを用いれば Pyrocam は高温物体を連続撮影でき、短パルスの熱変化現象を捕えることができます。ただし、用途に応じて設定内容は変わります。

注意：本マニュアルは Pyrocam をBeamGageで使用する際の操作方法について述べたものです。他の使用法については第 4章を参照願います。

3.2 Pyrocam の機能

Pyrocam の全ての機能は BeamGage ソフトウェアに含まれています。下記は Pyrocam 専用のパネルです。



チョップ (CW) モードの場合、Pyrocam では回転チョップが用いられ、**25Hz** または **50Hz** での動作となります。リニアな応答を望むのであれば **50Hz** で使用して下さい。**25Hz** は、非常に弱い画像信号を取り出すために高ゲインやフレーム平均を使用する場合にのみ使用して下さい。

パルスモードの場合、Pyrocam は外部からのトリガが必要です。レーザがトリガパルスの立ち上がりから数 μs で発振し、パルス時間幅が数十 μs 以上であれば**遅延**の設定は **0 μs** (デフォルト値) にして下さい。

レーザパルスが非常に短く、レーザ発振がトリガパルス立ち上がり時あるいはそれ以前に起こる場合は、**遅延**を負の値に設定し、トリガ信号受信前にレーザパルスを受光するようにします。

レート値は、現在のチョップ周波数あるいは入力トリガパルスレートを **Hz** で示したものです。



パルスモードでの動作の場合、**露光**コントロールはレーザパルス時間幅（トリガパルス時間幅ではない）より多少大きく（10～15%）する必要があります。設定範囲は 1 から 40,000 μ s です。

注意：チョップモードでは露光コントロールは不要です。また、Pyrocam のための自動設定や Auto-X の機能もありません。

ヒント：トリガモードや露光の設定を変えた場合、必ず **Ultracal** を再度行って下さい。



Pyrocam にはビデオゲインコントロールがあり、低出力レーザの測定の場合に有効です。スライドコントロールの値は V/V での実際の値を示すものではありません。各設定に対応するゲインは表 1 の通りです。

ゲイン設定	ゲイン (V/V)
1	1.00
2	1.14
3	1.33
4	1.60
5	2.00
6	2.66
7	4.00
8	8.00

表 1 ゲインコントロール設定

ヒント：ゲイン設定を変えた場合、必ず **Ultracal** を行って下さい。



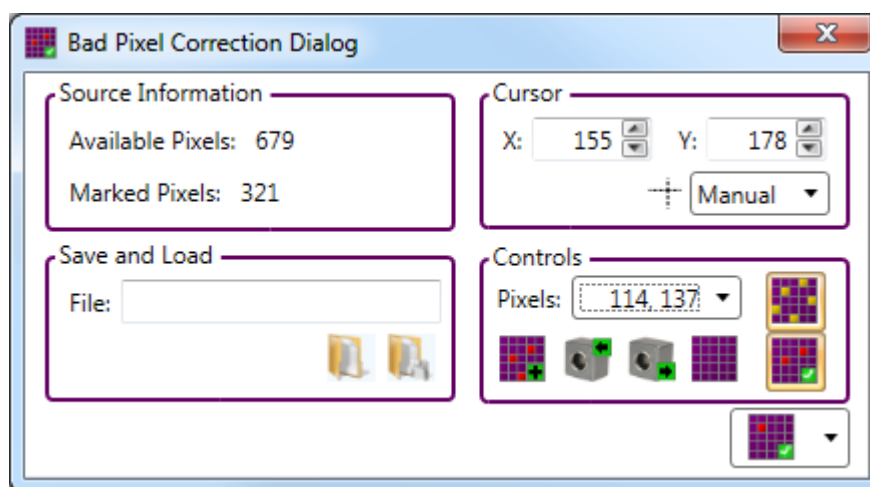
不良ピクセル補正

これをクリックすると不良ピクセル補正 (BP) が有効になります。デフォルトでは不良ピクセル補正は有効となっていますが、欠陥ピクセルを検出する場合を除いて常に有効にして下さい。この機能が無効であれば Pyrocam はプログラムされた不良ピクセルマップを持たないことになります。不良ピクセルの検出/補正法は付録 C に記載されています。

注意：Pyrocam ではパルスおよびチョップ動作のそれぞれに対して BP マップがプログラムされています。2 つのマップは工場にて作成され、Pyrocam の EEPROM メモリに保存されます。BP マップはファイルとしても提供されますので、内部のマップが誤って削除された場合や損傷した場合に再ロードが可能です。BP マップは Pyrocam から読み込むこともでき、BP マップ・ファイルに保存することもできます。

BP 補正マップを修正/作成するには拡張ボタンをクリックします。作業には BP マップに登録すべき座標を含んだリストを用います。このリストは中間デバイスで、BP マップと Pyrocam/BP テキストファイルの間のやり取りに用いられます。不良ピクセル補正ダイアログツールでは下記が可能です：

- Pyrocam から BP リストを読み込む
- BP リストを Pyrocam に書き出す
- BP を BP リストに追加（マーク）する
- BP リストから BP を削除する（マークを外す）
- BP の行を BP リストに追加（マーク）する
- BP の行を BP リストから削除する（マークを外す）
- BP の列を BP リストに追加（マーク）する
- BP の列を BP リストから削除する（マークを外す）
- BP リストをクリアする
- BP リストを BP テキストファイルに保存する
- BP リストを BP テキストファイルから読み込む
- Show/Hide リストでマークされたピクセルを表示/非常時にする
- BP コレクションのオンオフを行い、現在の BP マップの実力を確認する



ソース情報グループでは、あといくつのピクセルをマップできるか、またどのくらいのピクセルが既にマップされているかが示されます。

保存と読み込みグループでは、Pyrocam での使用のために BP ファイルの保存や読み込みが行えます。

カーソルグループでは BeamGage カーソルモードをセットして、マニュアル またはピーク検出モードで不良ピクセルの位置が選択できるようにします。X と Y の値は、現在選択されているピクセル位置を示します。マニュアルモードは暗い/不明瞭な、あるいは明るいピクセルを 1 つずつ選択するのに用います。ピークモードは非常に明るいピクセルを検出

するのに用いられます。

注意：ピクセル座標は左下隅の位置を 0,0 としてマップされます。



ピクセルをリストに追加

現在のカーソル位置にあるピクセルを BP 補正リストに追加します。



ピクセルをリストから除去する

ピクセル・ドロップダウンリストで選択したピクセルを BP 補正リストから削除します。



ピクセルリストを書き出す

現在のピクセルリストをカメラに書き出します。



ピクセルリストを読み込む

現在のピクセルリストをカメラから読み込みます。



ピクセルリストをクリアする

マークされた全てのピクセルを BP 補正リストから削除します。



ソフトウェア不良ピクセル補正

BeamGage に組み込まれた不良ピクセル補正シミュレーションを有効/無効にします。この機能を使えば、作業者は Pyrocam の EEPROM に書き出す前に現在の BP リストの効果をシミュレーションすることができます。



不良ピクセル補正マップ

補正リストに登録されているピクセルの表示/非表示の切り替えを行います。



ピクセル選択タイプ

ピクセルを補正リストに追加/削除する際、ピクセルが 1 点、行/列ピクセルのいずれかを選択します。



ピクセルリスト

編集するピクセルの閲覧/選択を行います。現在リストに登録されている全てのピクセル座標が対象となります。

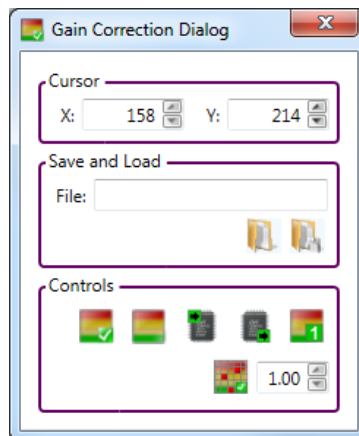


ゲイン補正

Pyrocam のゲイン補正の有効無効を設定します。ゲイン補正 (GC) は、GC 表が Pyrocam に読み込まれるとデフォルトで有効になります。この機能が無効であれば Pyrocam には EEPROM にプログラムされた GC 表は読み込まれません。GC 表の作成法は付録 D に記載されています。

注意： Pyrocam ではパルスおよびチョップ動作のそれぞれに対してプログラム可能な GC 表が用意されています。多くの Pyrocam は工場にてインストールされた 50Hz のチョップ用 GC 表と共に出荷されます。パルス GC 表が Pyrocam に付属することはありません。Pyrocam に付属するゲイン補正ファイルは、GC 表が誤って削除された場合や損傷した場合のためのものです。

ゲイン補正ダイアログに入るには拡張ボタンをクリックします。自動ゲイン補正を用いるにはコリメートされた均一なビームをセンサ面全体に入射させる必要があります。”**Create Gain Table/ゲイン表作成**”ボタンをクリックすると各ピクセルに対する規格化係数が計算されます。1つのピクセルのゲイン補正を行うためにマニュアル法があり、1ピクセルごとの補正係数設定が行えます。



X、Y 値はカーソルが示す現在のピクセル位置を表します。この設定は、どのピクセルをマニュアル法によって調整するかを選択します。

保存および読み込みグループでは GC 表のテキストファイルの**保存/読み込み**を行います。



ソフトウェア・ゲイン補正

ソフトに組み込まれたゲイン補正の有効/無効を設定します。GC 表が存在すれば有効がデフォルトとなります。



ゲイン表の作成

ゲイン補正値の表を自動的に作成します。そのためにはコリメートされた均一なビームをセンサ面全体に入射させる必要があります。

注意：ゲイン補正係数は 0.50 から 2.00 の値となります。これはマニュアルで入力された値にも自動計算された値にも適用されます。通常、不良ピクセルをこの範囲で補正することはできないので、この機能を使う前に不良ピクセルをマッピングしておく必要があります。



書き込み

ゲイン補正値をカメラに書き込みます。ゲイン補正は、値が Pyrocam の EEPROM に書き込まれて初めて有効となります。



読み出し

メモリからゲイン補正値を読み込みます。



ゲインフレームをデフォルトに設定

各ピクセルに対してゲインフレームをデフォルト値の 1 に設定します。



1.00

ピクセルゲイン

これはデュアル動作機能です。カーソル位置のゲイン補正係数を表示しますので、新しい値を入力して横のボタンをクリックすれば値の変更が可能です。有効なゲイン補正値の範囲は 0.50 から 2.00 です。

3.3 パルス動作

パルスレーザの測定を行う場合、外部トリガ信号をPyrocamトリガコネクタへ供給する必要があります。トリガパルスとレーザのパルス発振は所定のタイミングと電気的要求を満たすこととなります（詳細は下記）。

注意： Pyrocam の電源投入時、デフォルトのモードはパルス動作です。これは、ユーザがトリガなしで BeamGage をスタートさせないようにするための配慮です。したがって、カメラはフレームを取得することなくただ待機しているだけとなりますが、場合によってはカメラの異常と誤認される可能性があります。

3.3.1 パルスモード

パルス動作はレーザ（トリガ）パルスの繰り返し周波数に基づき 3 つのカテゴリに分けられます。必要なのは、外部からトリガ入力パルスとレーザ発振との間のタイミングを計ることです。3 つのタイミングモードはパルスモード 1、2、3 と呼ばれ、具体的には図 3.1 から 3.4 に示されています。

モード 1 は、レーザ発振が 3Hz 以下のトリガ周波数で起こる場合の動作モードです。これにはシングルショットも含まれます。このモードでは、トリガ周波数の安定度はそれほど大きな問題とはなりません。正の遅延は設定できますが負の遅延は設定不可で、デフォルト値は 0 μ s です。

モード 2 は、レーザが 3Hz から 115Hz の周波数で発振する場合の動作モードです。モード 2 は周期的バーストレーザパルスから 1 つのパルスを抽出するのにも用いられます。トリガ周波数が 115Hz を超えると Pyrocam のモードは自動的にモード 3 に変わります。

モード 3 は高速モードです。最大約 1000Hz までの動作が可能ですが、トリガパルスを区切り、全体のサンプルレートが下げられます。

上記の全てのモードでは、露光と遅延を調節して露光時間内でレーザパルス全体を受光できるようにする必要があります。これらの設定が正しく行われないと Pyrocam はレーザパルスを測定できないか、測定できても部分的な測定になるか、あるいは複数パルスを測定してしまいます。露光時間は 1 μ s から 40,000 μ s の間で 1 μ s 単位で設定できます。遅延時間は -3000 μ s から +3,000 μ s の間で 1 μ s 単位での設定が可能です。

注意：パルス動作の場合、上記 3 つのタイミングモードを超えた繰り返し周波数での動作は避けて下さい。正しい測定は行えません。トリガモード限界しきい値の間ではヒステリシスが内在しますので、境界点（周波数）には周りから近づいていくようにして下さい。

注意：全てのパルストリガモードでは必ず **Ultracal** を行って下さい。

注意：トリガパルスの周波数が不安定だとパルス間でタイミングジッタが生じます。極短パルス測定のために負の遅延設定が必要な場合、ジッタが大き過ぎるとパルスが測定されない場合があります。したがって、極短パルスの測定には高いトリガパルス周波数安定度が必要となります。



3.3.2 パルスモード設定手順



パルスモードは“Trigger Method/トリガ法” パネルで“Pulsed/パルス”を選択することで有効になります。トリガ源をトリガコネクタに接続します。トリガパルスに対する電気的要求については付録 A を参照願います。トリガパルスが Pyrocam に送られると黄色のトリガ LED が点灯します。

注意：パルス動作は Pyrocam 電源投入時のデフォルトモードです。トリガパルスなしで BeamGage をスタートさせてしまう危険性があるので、これは重要な配慮と言えます。その結果、カメラはフレームを取得することなく留まることになるので、カメラが正常に動作していないと誤解される可能性があります。

遅延時間は選択した動作モードに基づいて調整できますが、詳細は以下に説明します。

3.3.2.1 トリガ周波数安定度

モード 2、3 においてはトリガ周波数の安定が要求されます。ベストの結果を得るにはトリガパルス周波数の安定度は $\pm 200\mu\text{s}$ 以内であることが必要です。Pyrocam では現在のトリガ周波数をモニターし、最後に実行された Ultracal で記録された周波数と比較されます。

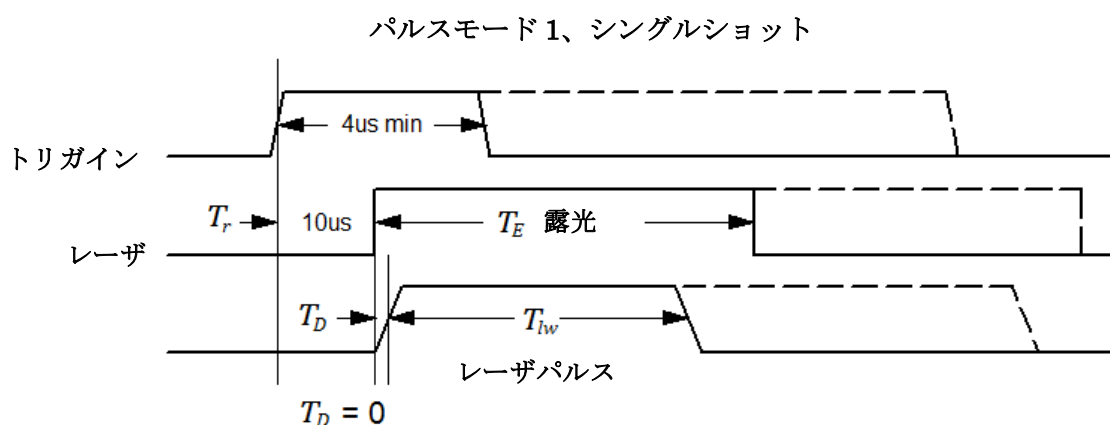
Ultracal での値と著しく異なっている場合、Ultracal ステータスバーのインジケータ  が緑から赤  に変わります。トリガ周波数が以前の値と同じになればインジケータは緑に戻ります。

下記表記は以下のタイミング図および方程式に用いられるものです：

- f_{trig} = トリガパルス周波数 (Hz)
 - f_{pul} = レーザパルス周波数 (Hz)
 - f_{bur} = レーザパルス・バースト周波数 (Hz)
 - f_{psr} = レーザパルス・サンプルレート (Hz)
 - f_{max} = 最大パルス取得レート (Hz)
 - T_D = 遅延 (トリガで設定)
 - T_E = 露光 (露光|ゲインで設定)
 - T_{tw} = トリガパルス幅
 - T_{tp} = トリガ時間間隔
 - T_{tj} = トリガジッタ
 - T_{lw} = レーザパルス幅
 - ΔT = レーザパルス間隔
 - T_r = 応答遅延
- (特に記載がない限り時間の単位は μs)

3.3.3 モード 1、シングルショット動作

モード 1 は $<3\text{Hz}$ のトリガレートでレーザが発振する場合の動作モードで、シングルショットの場合も含まれます。図 3.1 はこのモードでのトリガのタイミングを示したものです。このモードでは、レーザはトリガパルス立ち上がりエッジから $10\mu\text{s}$ 後に始まるウィンドウ内で発振することが要求されます。レーザパルスの持続時間は設定された露光時間内でなければなりません。通常、露光時間は実際のパルス時間幅の 10-15%より長めに設定します。



遅延=0 の場合、露光はトリガ立ち上りエッジから $10\mu\text{s}$ 後に開始されます。

レーザは設定された露光時間内で発振しなければなりません。

図 3.1 モード 1、シングルショット、 $f_{trig} < 3\text{Hz}$

モード 1 で測定を続けるにはトリガレートは $<3\text{Hz}$ でなければなりません。トリガレートが 3Hz を超えるとモードは 1 から 2 に自動的に変わります。

$$T_E = T_{lw} + 20 \quad \text{ただし} \quad T_{lw} < 100$$

$$T_E = 1.15 T_{lw} \quad \text{ただし} \quad T_{lw} \geq 100$$

3.3.4 モード 2、周期的動作

モード 2 ではトリガパルスの送信は周期的に繰り返行われます (図 3.2 参照)。露光時間はレーザパルスを受光できるように設定します。露光時間が長すぎる (パルス受光後) 場合、ディテクタの測定値表示の前にアレイの冷却が進みますので信号強度が低下することになります。

トリガが不安定でパルスの未送信が発生する場合、一定間隔でのレーザパルス測定ができなくなります。動作を最適化するために Pyrocam をトリガレートで校正し、レートを変更したら再校正して下さい。

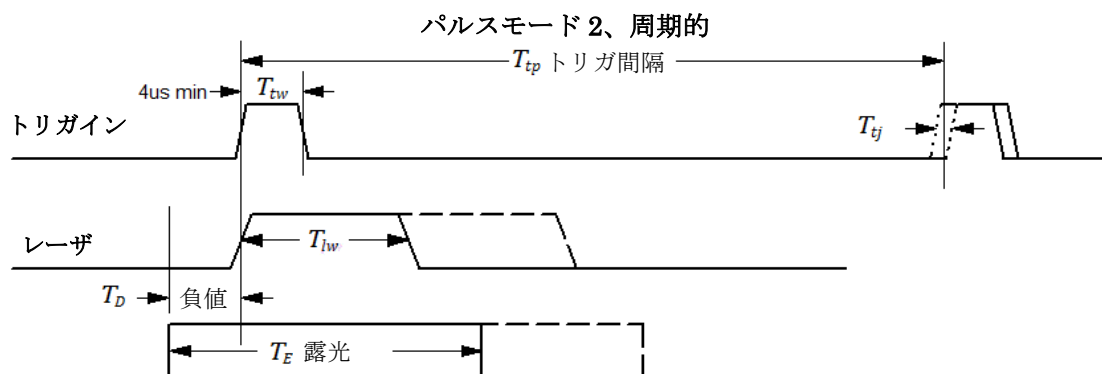
モード 2 および 3 では Pyrocam ファームウェアがトリガパルス間隔を測定し、次のパルス到着を予測します。その予測に基づき、露光開始時間が繰り上げられます。負の遅延が

設定された場合、その値に基づき露光が開始されます。この早めの露光開始により、Pyrocam へのトリガパルス到着時あるいはそれ以前に起こるレーザ発振の測定が行えます。また、トリガパルス周波数が不安定な場合に生じるパルス間ジッタを補償することができます。

パルス時間幅が非常に短く（10μs 以下）、レーザがトリガの立ち上がりエッジで発振してしまう場合、負の遅延設定が必要です。さもなければ、露光ウィンドウが開く前にレーザパルスが発振されます。

ヒント： トリガ立ち上がりエッジでパルス発振が起こる場合、またはパルス時間幅が 100μs 以下の場合には遅延時間を -50μs に設定し、露光時間をパルス幅 + 70μs に設定します。

注意： Pyrocam をモード 2 で遅いパルスレートで校正する場合、時間がかかります。



遅延が負の値の場合、露光はトリガ立ち上がりエッジ以前に開始されます。トリガジッタ + 10μs は負の遅延設定で考慮される必要があります。露光時間には負の遅延 + レーザパルス幅が含まれる必要があります。トリガパルスとレーザ発振が同時に起こる場合、最初の 2 パルスは失われます。

図 3.2 モード 2、周期的、 $3\text{Hz} < f_{\text{trig}} < f_{\text{max}}$

$$f_{\text{max}} = (8.705\text{ms} + T_E)^{-1}$$

$$T_D = -(T_{tj} + 10)$$

$$T_E = |T_D| + T_{lw} + 20 \quad \text{ただし } T_{lw} < 100$$

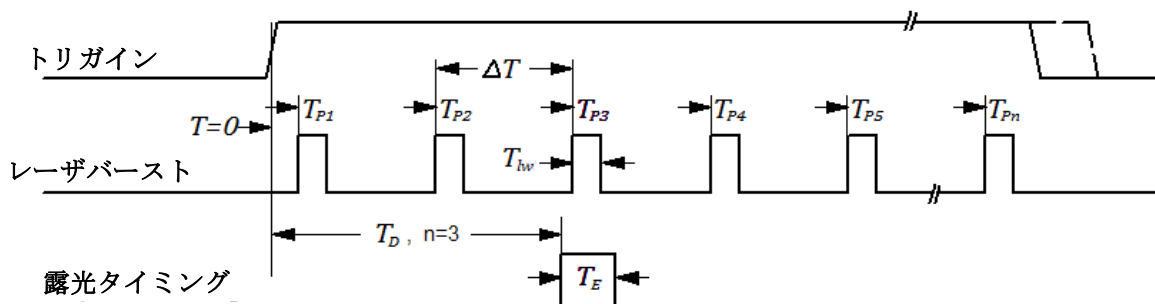
$$T_E = T_{tj} + 1.15 T_{lw} \quad \text{ただし } T_{lw} \geq 100$$

3.3.5 モード 2, 周期的バースト動作

遅延タイマーは一連のパルス列から 1 つのパルスを抽出するのに用いられます。図 3.3 はそのタイミングを示したのですが、この図はシングルショットの場合にも適用されます。遅延時間はパルス受光の数十 μs 前で終了し、露光時間はパルス時間幅より多少長くなるこ

とが必要です。トリガパルスがバーストごとに送信されることを確認して下さい。

パルスモード 2、周期的バースト



これは $n > 1$ の場合にパルス n を抽出するものです ($n=1$ の場合はモード 2 の周期的タイミング法を使います)。

上図は $n=3$ の場合のもので：

露光遅延はレーザーパルス $n=3$ の発振直前に終了しています。

露光はレーザーパルス終了後に終了しています。

図 3.3 モード 2、周期的バースト、 $3\text{Hz} < f_{trig} < f_{max}$, $10f_{trig} < f_{bur} < 1000\text{Hz}$

$$f_{max} = (8.705\text{ms} + T_E)^{-1}$$

$$\Delta T = T_{pn} - T_{pn-1}$$

$$T_E = 0.1\Delta T + T_{lw} + 10 \quad \text{ただし } n > 1$$

$n = 1$ の場合は Mode 2, 周期的を使用

$$T_E = 0.1\Delta T + T_{lw} + 20 \quad \text{ただし } T_{lw} < 100$$

$$T_E = 0.1\Delta T + 1.15 T_{lw} \quad \text{ただし } T_{lw} \geq 100$$

3.3.6 モード 3、高速動作

パルスレートがモード 2 でサポートされている最大レートより大きい場合、Pyrocam のモードは自動的にモード 3 の高速モードに切り替わります。モード 2 での設定が短パルス用に最適化されていれば、モード 3 への切り替えの際の設定変更は不要です。ただし、新規パルスレート用に **Ultracal** の実行が必要です。

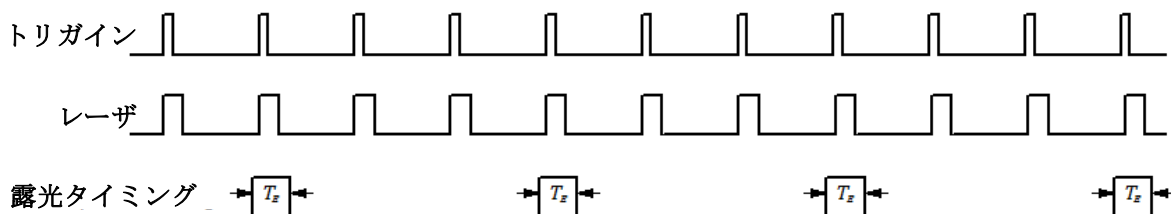
警告：

高速パルス測定の際は Pyrocam ディテクタ損傷を避けるための特別な配慮が必要です。高繰り返しパルスの場合、デューティサイクルでの ON の時間が長いと、たとえ信号強度が低くても相当量のパワーがディテクタに照射されることとなります。全照射パワーが、付録 A に記載されている CW レーザ損傷しきい値の 1/2 以下となるようにして下さい。また、デューティサイクルが 10% を超えないようにして下さい。

モード3では、Pyrocamはトリガパルスをパイロディテクタの測定スピードより速いスピードで受信します(図3.4参照)。したがって、トリガ入力はPyrocamが対応できるように自動的に分割されます。分割値は、レートをパルスモード2でサポートされる範囲内の値にできる整数のうち最小のものです。

例えば、パルスレート150Hzは2で割られ、取得レートは75Hzとなり、パルスレート1000Hzは19で割られ、取得レートは111Hzとなります。ただし、これはPyrocamのデータフレーム出力が75または111Hzであることを意味するものではありません。Pyrocamからの実際のフレーム出力レートは装置のバンド幅から決まりますが、バンド幅は正確にはわかりません。

パルスモード3、高速



高速モードではモード2と同じセットアップ法が用いられます。

高速モードではnパルスごとに1パルスを測定します。取得レートはPyrocam IVの最大レートをわずかに下回るもので、露光時間が50μsの場合、通常114Hzとなります。

この例では、トリガレートは300~400Hzで4パルスごとに測定・表示を行っています。

図3.4 モード3、高速、 $f_{\max} < f_{\text{trig}} < 1000\text{Hz}$

$$f_{\max} = (8.705\text{ms} + T_E)^{-1}$$

モード2, 周期的タイミングを使用

$$f_{\text{psr}} = \frac{f_{\text{pul}}}{\left\lfloor \frac{f_{\text{pul}}}{f_{\max}} \right\rfloor}$$

例: レーザパルスレートが350Hz、露光が50μs、遅延が0μsの場合

$$\text{ソリューション; } f_{\text{psr}} = \frac{350}{\left\lfloor \frac{350}{114.22} \right\rfloor} = \frac{350}{4} = 87.5\text{Hz}$$

3.4 チョップ動作

Pyrocamのチョップ(CW)モデルにはチョップが内蔵されており、CWレーザや特別なレンズを用いての赤外線画像撮影に用いられます。チョップはカメラのファームウェアで制

御されるので外部トリガは不要です。チョップレートを下げれば応答速度は上がりますが、応答の直線性は低下します。

警告：

PyrocamをCW レーザに用いる前に、レーザ強度がディテクタアレイの安全レベルを超えないことを付録Aに記載された損傷しきい値で確認して下さい。この値を超えて使用した場合、アレイは致命的な損傷を受けます。

チョップの正常な動作のためには、アレイの読み出しとアレイを横切るチョップの動きとが同期する必要があります。具体的には、スキャンによりピクセル列が覆われたり開放されたりする際にスキャンとチョップとの同期が必要となります。チョップが何か当たったりして正常な動きをしていない場合、スキャンのタイミングは正しく同期されませんので、Pyrocamの調整/修理が必要となります。

注意：

チョップモードで動作中は決して PYROCAM を動かさないで下さい。
Pyrocamが損傷します。

Pyrocamのチョップブレードは エッチングされた金属ディスクで、黒色金属薄膜層から成り高速で回転します。ディスクの回転と質量からジャイロ効果が生じますので、チョップ回転時にカメラを動かすとブレードはカメラの動きと逆方向に向きを変えようとします。この動きにより回転ブレードがエンコーダや素子保護ベゼルと接触し損傷させることになり、結果的に高額の負担がかかることとなります。

Pyrocamを動かす場合はパルスモードにしてチョップ を停止させて下さい。チョップ動作中にどうしても**Pyrocam**を動かさなくてはならない時は非常にゆっくりと動かし、他の物に接触しないようにして下さい。



3.4.1 CW 設定

Pyrocamをパルストリガモードに設定し、Pyrocamとレーザビームとのアライメントをとります。次にPyrocamをチョップ(CW)トリガモードにしてチョップが設定されたチョップレートで回転するまで待ちます。

ヒント：一般に、チョップレート50Hz から始めるのがベストです。

CWモードでは外部トリガ源は不要です。トリガ源がトリガ入力に接続されていてもPyrocamがチョップ (CW) モードにある限り、何の影響もありません。

チョッパが一定のチョッピング周波数で動作しているときは黄色のトリガLEDが点灯（実際はチョッピング周波数で点滅）します。パルスモードからチョップモードに変えた場合、チョッパがチョッピング周波数で動作するまでは黄色のトリガ LED は点灯しません。

3.4.1.1. 内蔵チョッパ

Pyrocamの内蔵チョッパには閉ループPID制御システムが用いられていて、チョッパの回転速度は一定となります。パルスモードでは、ディテクタを覆わないようにチョッパブレードの位置も制御されます。制御ループでチョッパ位置が周期的に調整される際、時々、ブレードのゆらぎやノイズ音が発生することがあります。

チョッパはディテクタ焦点面に近接していますので、オプションのレンズを使用する際に回折の影響は軽減され、より鮮明な像が得られます。

3.4.1.2. ビームアライメント

正確なチョップ画像を得るには入力レーザビームがチョッパ/素子に垂直であることが必要です。傾いて入射するビームは位相がずれた状態でチョッピングされますので、応答速度や応答直線性の低下につながります。

3.4.1.3. 損傷への注意

チョップモードでは、ゲイン設定が最小（あるいは最小値に近い設定）の場合、ディテクタからの出力信号はおよそ 5 W/cm^2 で飽和します。これはPyrocamの損傷しきい値 8 W/cm^2 に近い値となります。

警告

ゲイン設定が低い場合、Pyrocamディテクタの損傷しきい値を超えてしまうことがよく起こります。例えば、出力1WでTEM₀₀ ガウシアンモード、パルス幅5mmのビームのピークパワー密度は 10 W/cm^2 になります。このビームがかなりの時間ディテクタに照射されるとディテクタの損傷につながります。そしてPyrocam ディテクタの交換は非常にコストがかかります。しかし、注意して使えば他の半導体デバイスと同じくらい長く使用できます。

注意： Pyrocamをパルスモードにすると、内蔵チョッパはオープンの設定となります。CWレーザ照射中に Pyrocam をパルスモードにするとディテクタに入るトータルパワーは約2倍となりますので、損傷の可能性も2倍になります。

3.5 校正と Ultracal

校正と **Ultracal** は全く違った操作ですが、**BeamGage**で**Ultracal** を実行させると校正も実行されます。どちらもレーザを入射させず、カメラウィンドウの可視光透過率が高い場合は室内照明を最小にして行って下さい。

3.5.1 校正

Pyrocamの**校正**は、校正コマンド（付録F参照）Pyrocamファームウェアに送られると実行されます。このプロセスでは回路やADCオフセットエラーの補正を行うためのゼロ点が確立されます。またパイロエレクトリック結晶の極性或ダイナミックレンジの調整も行われます。

校正は **BeamGage** で **Ultracal** が実行されるたびに行われます。

3.5.2 Ultracal

Ultracal は、校正が終ると**BeamGage**上で実行されます。**Ultracal** では64個の暗いフレームが平均化され、小数点以下までのカウント精度を持つ新しいベースラインが確定されます。したがって、ビーム幅や重心の計算精度は最適化されます。

下記を変更した場合は必ず**Ultracal** を行って下さい：

1. パルス/チョップのモード
2. パルストリガ周波数
3. チョップ周波数
4. 露光時間
5. ゲイン設定
6. 背景放射（室温や光路変更による変化を含む）
7. Pyrocam 動作温度

3.5.3 Ultracal の実行

Ultracal はPyrocamの設定が**パルス**でも**チョップ**でも行えますが、電源投入後は、Pyrocam が熱的平衡状態になるまで約30分待つて下さい。ウォームアップ時間が取れない場合、ウォームアップ相当の時間内においては5分おきに**Ultracal**を実行して下さい。

Ultracal は下記手順で行って下さい：

STEP 1. パルスモードの場合、安定したトリガパルスを必要な周波数で Pyrocam に供給

します。注意：3 Hz以下の動作やシングルショットの場合、**Ultracal** 実行中にトリガパルスは不要です。必要に応じて露光時間、遅延時間、ゲインを調整します。


チョップモードでは外部トリガは不要なので、チョップレートとゲインの調整を行います。

STEP 2. 全ての放射エネルギーをPyrocam ディテクタから遮断します。レンズを用いている場合は不透明体でカバーするかアイリスを閉じます。カメラウィンドウの可視光透過率が高い場合、全ての操作は室内照明を最小にして行って下さい。





STEP 3. ソースタブまたはクイックアクセス・ツールバーの**Ultracal** ボタンをクリックします。




STEP 4. **Ultracal** のチェックボックスが **ON**になり、カメラのSN比がRMS dB単位で計算・表示されステータスバーが緑  になります。
トリガレートが遅い場合あるいはパルスモード1（シングルショット・モード）を使用している場合、1分以上時間がかかります。

3.5.4 Ultracal ステータス・インジケータ

Pyrocamは未校正状態で起動されます。電源を切るとそれまでの校正データは全て失われます。**BeamGage** のステータスバーは灰色  の状態で、**Ultracal** が行われていないことを示します。

校正サイクルが正常に実行されると、校正ボタンの文字が緑  になります。

Pyrocamの設定条件やトリガのタイミングを変えたりしなければ、校正ボタンの文字は緑のままです。

赤  のステータスバーは警告で、トリガの状態が取得データの品質を低下させる可能性がある場合に表示されます。

トリガレートの変化がわずかであればデータは有効です。この状態でのデータを採用するかどうかの判断は作業者が行います。

ボタンが赤になるのは、3.5.2の項目1, 2, 3, 4, 5が発生した場合です。項目6, 7はカメラでは検知できませんので、作業者がモニターするしかありません。

第4章 GenICam 適合性

Pyrocam は GenICam v2.0 に準拠していますので、全ての GenICam クライアントは Pyrocam を使用できます。

4.1 機能

Pyrocam には GenICam 規格の機能と呼ばれる何百もの設定があります。リードオンリーのものを除き、全ての機能は GenICam 準拠カメラとの通信プログラムにて変更が可能です。しかし、通常、変更される機能は非常に限られています。付録 F に変更すべき機能とリードオンリー機能のリストを示します。オフィール-スピリコンではこのリストの機能に対してのみサポートを行います。他の機能を変更した場合、Pyrocam が正しく動作しないか動作が停止するなどの問題が発生する危険性が生じます。機能の一覧は付録Fに記載されています。

4.2 National Instruments 画像取得ソフトウェア

Pyrocam との画像取得ソフトウェアの適合性はテストにより確認されています。

National Instruments 画像取得ソフトウェア 778413-35 は単独あるいは LabVIEW との併用で用いられ、Pyrocam の制御ならびに画像取得が可能です。

使用方法は下記の通りです：

1. “Measurement & Automation Explorer”を起動します。
2. “Devices and Interfaces”を開きます。
3. Pyrocam の電源を入れると、正しく接続が行われていれば “NI-IMAQdx Devices”の表示が現れます。
4. “NI-IMAQdx Devices”を開きます。
5. “cam0: Spiricon Pyrocam”をクリックします。
6. Snap ボタンをクリックして1つのフレームを取得します。
7. 画像の下のウィンドウに NI-IMAQdx と Pyrocam の機能が表示され変更できますが、デフォルトの NI-IMAQdx settings 設定を使って下さい。
8. Pyrocam の機能はカメラ特性グループで確認/変更が可能です。変更は付録Fのリストにある機能に限って行って下さい。

LabVIEW と画像取得ソフトウェアとの併用によっても Pyrocam の制御/画素取得が可能です。

LabVIEW IMAQdx のサンプルのほとんどは Pyrocam で“そのまま使用することができます。LabVIEW 2012の IMAQdx サンプルを入手するにはブラウザ画面で ”Help | Find

Examples...”を選択し “Hardware Input and Output” を開いてから “IMAQdx”開きます。ハイレベルとローレベルのIMAQdx サンプルがあります。

Pyrocam は下記のサンプルでテストされました：

- Grab and Attributes Setup.vi
- Grab and Basic Attributes.vi
- Grab and Detect Skipped Buffers.vi
- Grab and Reconfigure.vi
- Grab and Select Interface.vi
- Grab.vi
- Sequence.vi
- Snap.vi
- Low-Level Grab Async.vi
- Low-Level Grab Raw Data.vi
- Low-Level Grab.vi
- Low-Level SDequence.vi
- Low-Level Snap.vi

下記サンプルは “そのまま” では使えません：

- Grab (177x Smart Camera).vi
 - “NI-IMAQdx (Hex 0xBFF6900F) Attribute not supported by the camera.”
- Grab and Bayer Decoding.vi
 - Times out after changing any of the Red, Green, or Blue sliders
- Grab and Scalable Format.vi
 - “NI-IMAQdx (Hex 0xBFF6900F) Attribute not supported by the camera.”

付録 A Pyrocam IV & IVs 仕様

環境

動作温度：	+5°C~+50°C
保管温度：	-30 °C~+85 °C
湿度：	最大95%、結露なきこと

電源

ライン電圧：	100~240 VAC
周波数：	47~63 Hz
消費電力：	10 W

重量

Pyrocam：	1.20kg
電源：	0.15kg
梱包時：	3.73kg

大きさ P31 Pyrocam図面参照

一般

波長域：	157nm~355 nm、1.06µm~>1000µm
ディテクタアレイ：	
素子数	102,400... 320 x 320 (IVs: 25,600... 160 x 160)
有効エリア	25.6mm x 25.6mm (IVs: 12.8mm x 12.8mm)
素子間隔	80µm x 80µm
ピクセル・サイズ	75µm x 75µm
材質	LiTaO ₃
交換可能ウィンドウ	付録E参照
ADC	16 ビット、チョップ/ 15 ビット、パルス
メモリ	64 MB RAM, 4MB フラッシュ
インターフェース	IEEE 802.3ab GBイーサネット、GigE Vision 準拠
電氣的ゲイン	x1, x1.14, x1.33, x1.6, x2, x2.66, x4, x8
チョッパ ⁽¹⁾	2ブレード、らせん形状、直径5.25”、PID制御 (IVs: 4-blade helical design)
マウント	2 ¼”-20 ねじ込みインサート
ファームウェア	Firewireポートから現場で更新可能
ソフトウェア	BeamGage™ GenICam 制御提供、サードパーティ用

⁽¹⁾ チョッパ内蔵モデルもあり

チョップ / CW 動作

チョップ周波数	25Hz, 50Hz
感度 (RMSノイズ限界)	64 nW/ピクセル (25Hz) 96 nW/ピクセル (50Hz) 1.0 mW/cm ² (25Hz) 1.5 mW/cm ² (50Hz)
ノイズ等価出力 (NEP)	12.8 nW/Hz ^{1/2} /ピクセル (1Hz) (25 Hzでチョップ、25フレーム平均化1 Hzで)
飽和出力	3.0 W/cm ² (25Hz) 4.5 W/cm ² (50Hz)
損傷しきい値：	
全アレイに対して	2 W
ピークパワー密度	8 W/cm ² 、チョップモード 4 W/cm ² 、パルスモードでCW 測定

パルス動作

レーザパルス・レート	シングルショット～1000 Hz
パルス幅	1fs ～12.8ms
感度 (ピークノイズ限界)	0.5nJ/ピクセル 8μJ/cm ²
飽和エネルギー	15mJ/cm ²
損傷しきい値	20mJ/cm ² (1nsパルス) 600mJ/cm ² (1msパルス)

トリガ入力*

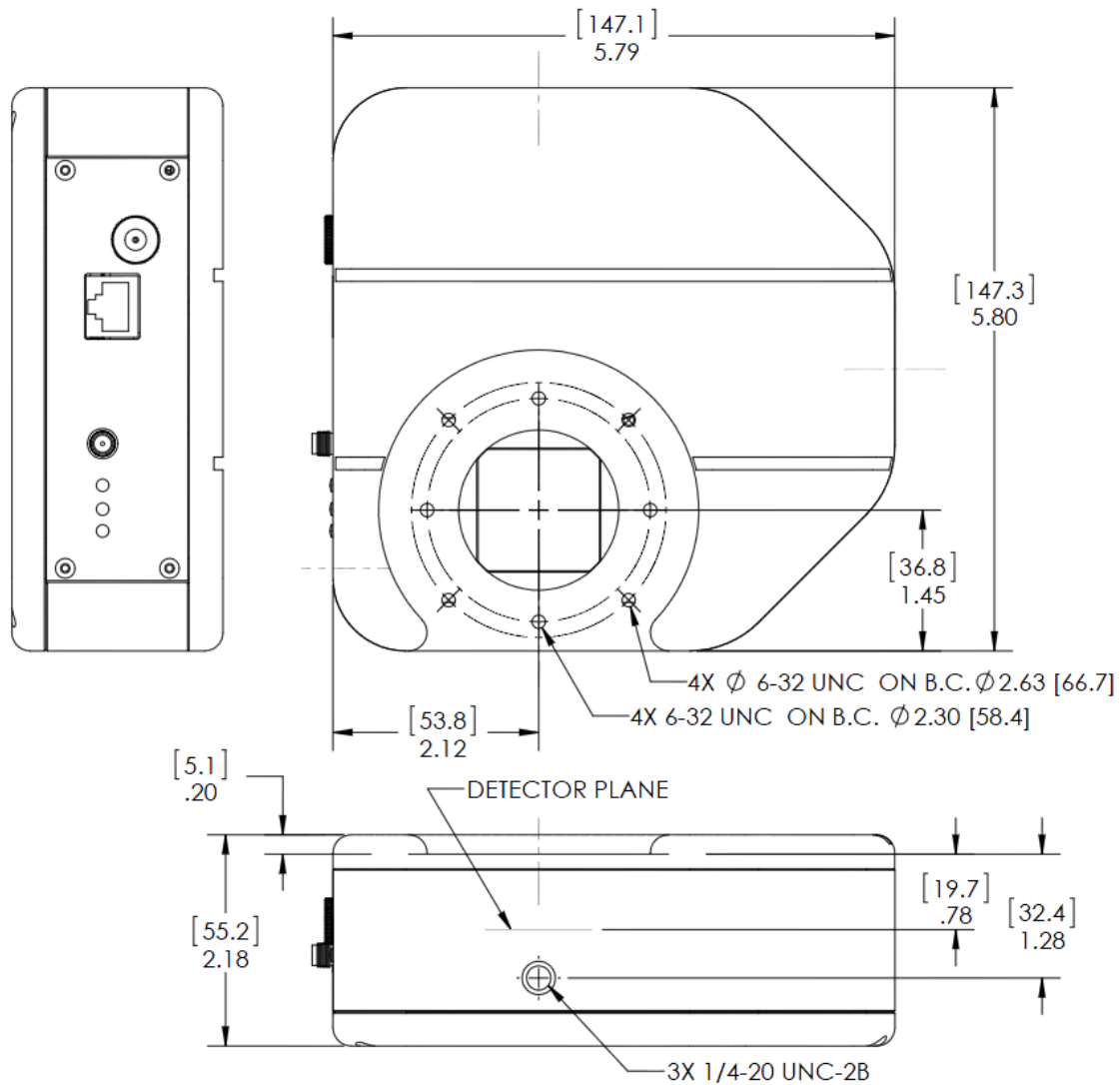
高論理レベル*V _H	3.5～6.0 VDC
低論理レベルV _L	0～0.8 VDC
パルス幅	4μs 以上

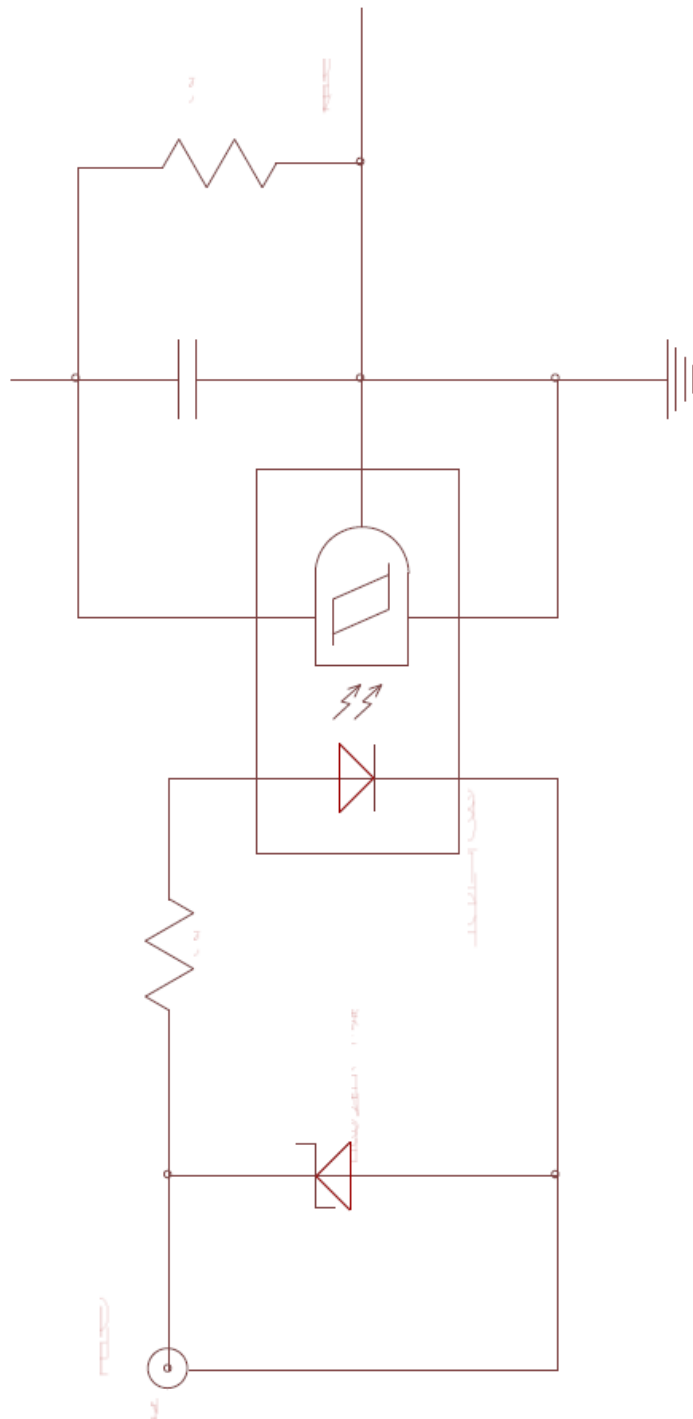
*トリガドライブは10mA以上の電源であること。トリガは立ち上がりエッジ応答。

図A1. 参照。

Pyrocam 図面

(レンズ系、外部チョッパ、ケーブルを除く)





図A.1 トリガ入力回路

付録 B ディテクタ・ウィンドウの着脱

パイロエレクトリック・ディテクタのウィンドウは交換可能なので、Pyrocam は様々な波長で使用可能です。

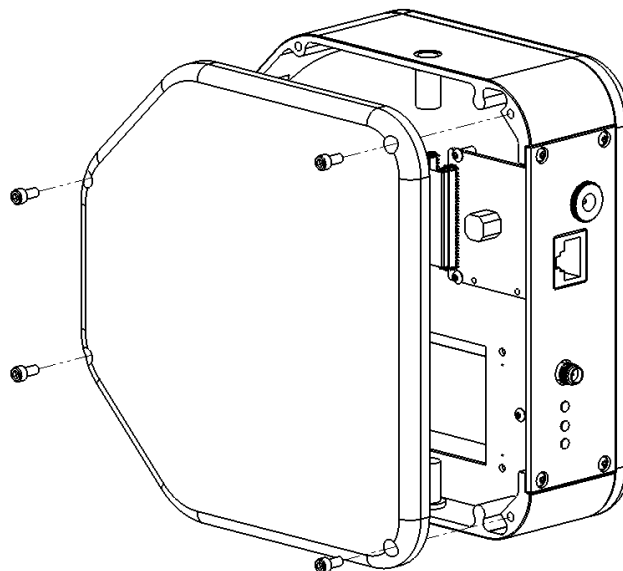
下記に注意して下さい：

- ウィンドウを外すとディテクタは損傷を受ける可能性が高くなります。損傷はパッケージ内部やESDに飛び込む粒子がディテクタに衝突することで起こります。
- ウィンドウの取り付けが正しく行われないと問題が起こる可能性があります。内蔵チョップパの場合、チョップパブレードとウィンドウの間隔は非常に狭いので、ウィンドウが正しく装着されないとブレードはウィンドウをチョップし、ウィンドウやチョップパを損傷することになります。
- ウィンドウの着脱はできればクリーンルームで行って下さい。それが不可能な場合は、できるだけきれいな環境下で行って下さい。

警告

静電放電は電子部品に永久的な損傷を与えます。以下の作業を行う前に必ずシステム筐体に触れ、アースして下さい。静電気除去リストストラップの使用を推奨します。

Step 1. 4つのネジを外してバックカバーを取り除きます（図B.1）。



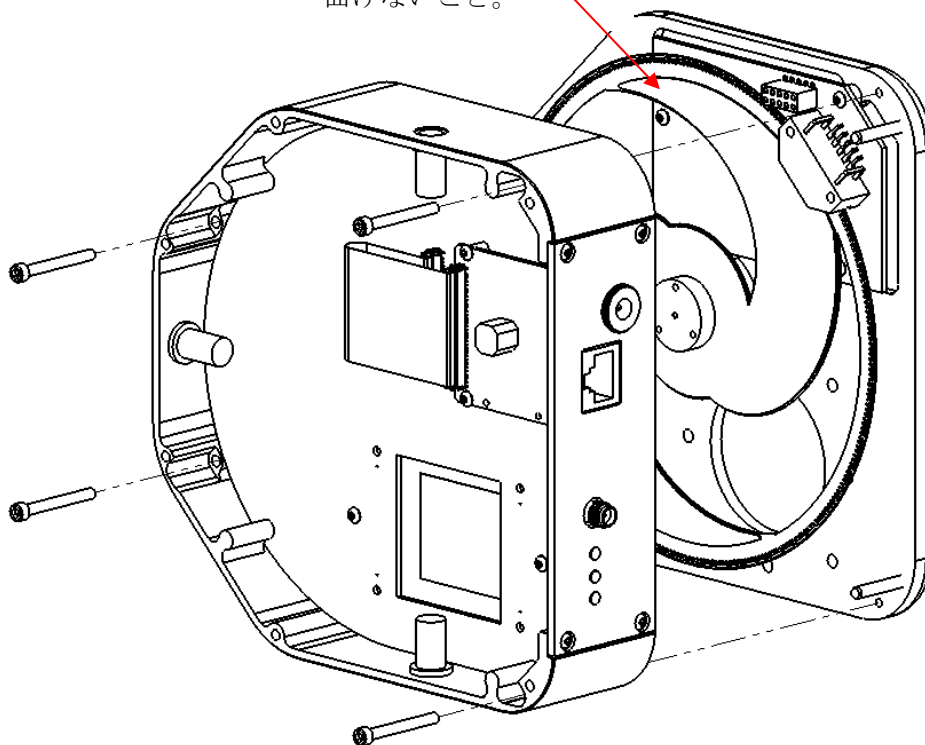
図B.1 バックカバーの除去

Step 2. 4つのネジを外してフロントカバーを取り除きます (図B.2)。チョップパが内蔵されている場合 (下図参照)、チョップパを傷つけないように注意して下さい。フロントカバーをケースから真っ直ぐに引き上げて、チョップパとメインの電子基板を結合しているコネクタピンにダメージを与えないようにして下さい。上記電子回路への損傷をできるだけ防ぐために2つのスチール製アライメントピンが用いられています。

警告

チョップパブレードを曲げたり、ねじったりしないで下さい。さもないと、ウィンドウ、アレイ、その他の部品、あるいはブレード自身を傷つけることになります。

警告：こわれやすい
曲げないこと。

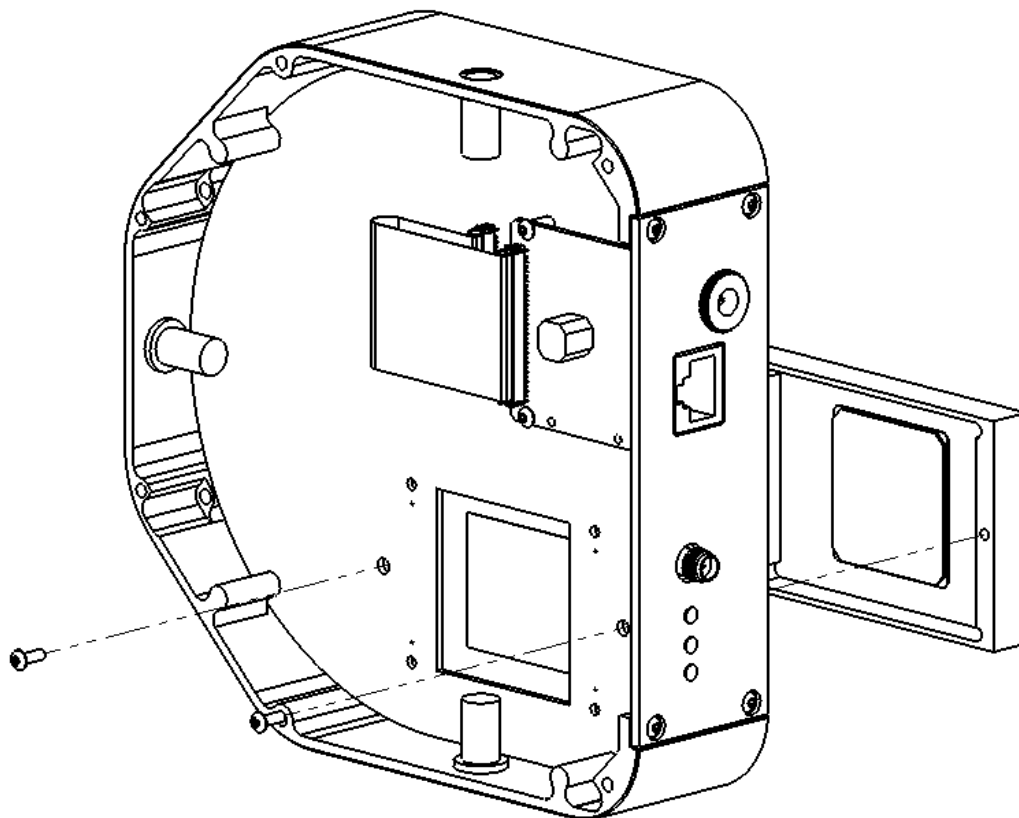


図B.2 フロントカバーの除去

Step 3. ウィンドウ枠をパイロエレクトリック・ディテクタに固定している2つのネジを取り外します (図B.3)。

警告：枠が滑り落ちたり外されたままになつたりしないように十分注意して下さい。センサに接触するとセンサが損傷します。

Step 4. デテクタを傷つけないようにまたデテクタに不純物が入らないように十分注意して ウィンドウ・アセンブリを持ち上げます。



図B.3 ウィンドウアセンブリの除去

新しいウィンドウを装着する手順も上記と同様です。

付録 C 不良ピクセル補正

不良ピクセル補正の概要

ここではユーザがPyrocam の操作に習熟していることを前提に、不良ピクセルの特定、補正するピクセルのマーキング、不良ピクセルマップのPyrocam へのダウンロードについての概要をご説明します。このマップはPyrocam のフラッシュメモリに永久的に保存されます。また、ファイルにマップを保存する方法についてもご説明します。

パルスおよびチョップ

下記の工程はチョップおよびパルスの両方の動作モードに共通ですが、Pyrocam にはそれぞれ別の不良ピクセルマップが用意されます。読込あるいは保存されるマップはチョップ/パルス・ラジオボタンでの設定で決まります。

不良ピクセルとは？

不良ピクセルは下記の3つのカテゴリに分類されます：

- 入射エネルギーに対して低い値を示すピクセル
- 入射エネルギーに対して高い値を示すピクセル
- 応答が間欠的なピクセル

善隣方式

不良ピクセルは単独またはグループで発生し、クラスターとも呼ばれます。不良ピクセルは周り（水平、垂直、斜め）に正常なピクセルが多く存在すればほとんど修復可能です。周囲の正常なピクセルが多いほどきれいな補正画像が得られます。修復するピクセルをマーキングする場合、少なくとも1つの正常なピクセルが隣接するようにします。

ファクトリ・マップファイル

製造される各Pyrocam のフラッシュメモリにはチョップおよびパルス動作の2つの不良ピクセルマップが保存されていますが、それらは工場でインストールされます。これらのファイルは開始点となり、それ以降に生じた不良ピクセルが追加されます。また、これらのマップを含んだペアのファイルも提供されます。これらのファイルはフラッシュメモリの元のマップが誤って消去されてしまった場合のバックアップ用のものです。これらのバックアップファイルはインストールCDに含まれており、Pyrocam ディレクトリに下記ファイル名でインストールされます：

- ~<serial_number>.bpc : チョップモード用
- ~<serial_number>.bpp : パルスモード用

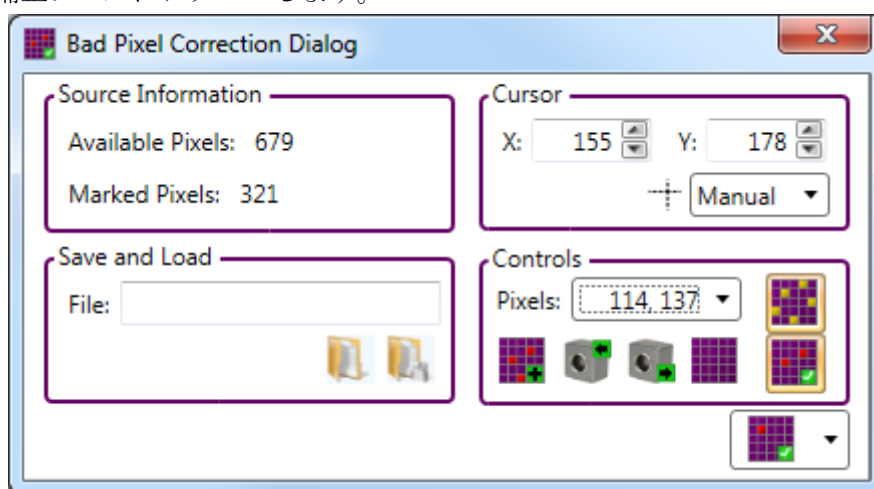
ここで<serial_number>は 5 桁の数字で、使用しているPyrocam のシリアル番号です。記号 ~ は書き込み禁止であることを示します。

不良ピクセル補正手順

不良ピクセル補正手順の説明を始める前に、まずPyrocam の設定を行い、波長のわかっているレーザを用意して下さい。不良ピクセルが検出できるように、できればレーザビームがディテクタアレイ上を動けるようにして下さい。なお、Pyrocam の校正/ Ultracalを忘れないようにして下さい。

オープン・ユーティリティ

準備したPyrocam を用いて、不良ピクセル補正拡張ボタンをクリックして下記に示す不良ピクセル補正ツールにアクセスします。

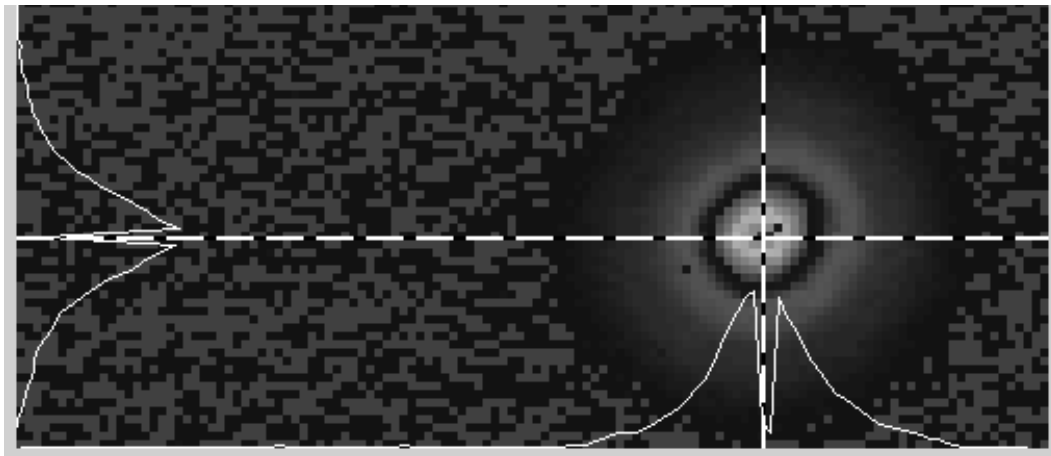


これにより下記イベントが発生します：

- Pyrocam の不良ピクセルおよびゲインの補正機能が自動的に有効となります。
- ユーティリティ・ウィンドウが開きます。
- ユーティリティ表示画面に画像が現れます。

補正手順：

- Step 1** BeamGage で**Start** をクリックしてデータフレーム取得を開始させ、レーザスポットをディテクタの周りを移動させて不良ピクセルに該当するピクセルがないか監視します。
- Step 2** 不良ピクセルが検出されたら**Stop** をクリックしてライブの画像取得を停止します。それまでにマークされた不良ピクセルは黄色で示されます。
- Step 3** マウスを不良ピクセルの中心に持ってきて、水平・垂直方向のプロファイルを観察します。中心に正しく位置していれば不良ピクセルはどちらのプロファイルでもはっきりと確認できるはずですが、**図C.1** はカーソルをほぼ中央に置いて不良ピクセルを観察したものです。



図C.1 カーソルを中心に合わせて観察された不良ピクセル

Step 4 “**Add Pixel/ピクセル追加**” をクリックして新しい不良ピクセルをマークしてリストに追加します。ピクセルが黄色くなり、“**Available Pixels/使用可能なピクセル**” カウンタが1つ減り、“**Marked Pixels/マーク済みピクセル**” カウンタが1つ増加することを確認して下さい。

注意： 間違ってピクセルをマークした場合、リストから除外したいピクセルを選択し、“**Remove Pixel from List/リストからピクセルを除外**” をクリックします。

更にピクセル補正が必要な場合は**Steps 1** から**4**を繰り返し、全ての不良ピクセルの位置を同定しマークします。そうでなければ、**Step 5**に進みます。

Step 5 不良ピクセルマッピングの効果をチェックするには“**Bad Pixel Correction Map/不良ピクセルマップ**” ボタンを無効にして “**Software Bad Pixel Correction/ソフトウェア不良ピクセル補正**” を有効にします。これにより全ての不良ピクセルは補正されます。レーザをディテクタの周りで動かし補正の効果を確認します。さらに不良ピクセル・マッピングが必要であれば**ソフトウェア不良ピクセル補正**を無効にして**Step 1**に戻ります。問題がなければ **Step 6**に進みます。

Step 6 新しい不良ピクセルマップをPyrocam フラッシュメモリに送るには “**Send Map to Camera/マップをカメラに送る**” をクリックします。その間、マウスポインタは砂時計表示に変わり、保存が終了すると矢印に戻ります。マップが小さければより短時間で終わります。不良ピクセルの新しいファイルをPyrocam のフラッシュメモリに送るには “**Write Pixel List/ピクセルリスト書き出し**” ボタンをクリックします。ファイルがPyrocamに書き込まれている間はマウスのポインタは砂時計に代わります。書き込みが終了すると矢印に戻ります。V注意：マップファイルが小さければ短時間で終了します。

- Step 7 新しい不良ピクセルマップをファイルに保存するには**保存と読込**セクションでファイル名を入力し **Save** を押します（必ず行って下さい）。
- Step 8 **不良ピクセル補正ダイアログ**を閉じ、不良ピクセルのマッピングと補正工程を終了します。
- Step 9 更新された不良ピクセルマップの効果を確かめるためには、“**Bad Pixel Correction/不良ピクセル補正**”をクリックし、2Dビーム表示画面で確認します。処理が正しく行われていれば、画像には欠陥ピクセルは現れないはずです。

補正をオンにする：

通常、不良ピクセル補正をオンにして**Pyrocam** をご使用下さい。デフォルトの設定はオンとなっていますので、上書き処理を行う場合以外は設定をそのままにして下さい。

付録 D ゲイン補正

ゲイン補正の概要

ここでは読者がPyrocam の操作に習熟しているものとして、ゲイン補正 (GC) 表を作成してPyrocam へのダウンロードする方法をご説明します。この表はPyrocam のフラッシュメモリに永久的に保存されます。また、表をファイルに保存する方法についてもご説明します。

パルスおよびチョップ

下記の工程はチョップおよびパルスの両方の動作モードに共通ですが、Pyrocam にはそれぞれ別の表が用意されます。読込あるいは保存される表は**チョップ/パルス**・ラジオボタンでの設定で決まります。

ゲイン補正とは？

まず、ゲイン補正 (GC) 表について説明します。それはPyrocam 撮像素子アレイを構成する102,400の各ピクセルに対する補正係数のリストです。この表の目的は、ディテクタアレイでの個々の応答の変動を相殺し、全域で、より一様な応答が得られるようにするものです。係数の値は0.50から2.00に限定されています。したがって、平均応答の1/2以下のピクセルのゲイン補正は正しく行えません。それらのピクセルでは不良ピクセル補正が必要となります。通常、応答が平均値から著しく離れているピクセルは不良ピクセルとなります (詳細は付録C参照)。

注意：不良ピクセルとゲイン補正の関係を知ることは有益です。不良ピクセル補正は通常オンになっていますが、不良ピクセルのカメラ性能に対する影響はゲイン補正ほど大きくありません。それは、ゲイン補正では全てのピクセルが対象となるのに対し、不良ピクセル補正では関係するピクセル数が少ないからです。ゲイン補正が行われるとパルスモード (~35 Hz以上) ではフレーム出力スピードは遅くなります；特に高繰り返しパルスの場合に顕著です。チョップモードでは、チョップレートが48Hzの場合、最大フレームレートはおおよそ38Hzとなります。

設定

ゲイン補正を正しく行うにはディテクタをかなりの高強度で一様に照射することが必要です。そのような光源が無い場合はGC表の作成は行わないで下さい。その場合、結果は多分、通常のディテクタ非均一性に基づく結果より悪くなるでしょう。

ファクトリ・ゲイン補正ファイル

ほとんどのPyrocam のフラッシュメモリには、工場でインストールされるチョップGC表が保存されていますが、パルスGC表は提供されません。というのは、ゲイン補正効果はパルス幅やパルスレート・タイミングによって変わるからです。パルスGCファイルが提供されたとしても、それはヌルファイルであり、Pyrocam ではそれがGC表としては不適切であることが認識されます。ヌルファイルがPyrocam にダウンロードされると“Gain Correction/ゲイン補正” オン/オフのボタンが使用不可のグレー表示で現れます。これはPyrocam にGC表が読み込まれていないことを示します。これらのファイルは、誤った補正表が読み込まれるようになった場合のバックアップ用なので、必要に応じてフラッシュメモリに読み込むことができます。これらのバックアップファイルはインストールDVDに含まれており、ディレクトリResources¥Software¥Pyrocam <serial_number> に下記ファイル名でインストールされます：

- ~<serial_number>.py4gcc (チョップモード用)
- ~<serial_number>.py4gcp (パルスモード用)

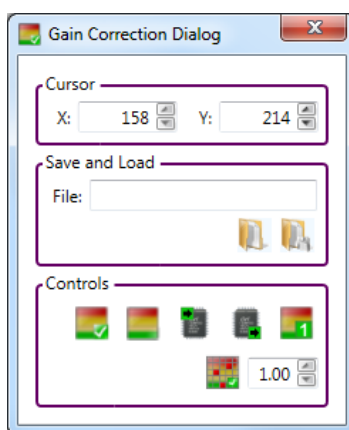
ここで<serial_number>は 5 桁の数字で、使用しているPyrocamのシリアル番号です。記号 ~ は書き込み禁止であることを示します。

ゲイン補正法

ゲイン補正を開始する前に、まずPyrocam の設定を行い、かなり高い強度の均一な光源を用意します。“かなり高い”とは、ゲイン設定をロウとした場合の出力強度がダイナミック・レンジの20%以上となるものを示します。なお、Pyrocam の校正/Ultracal を忘れないようにして下さい。

オープン・ユーティリティ

上記の様に設定された Pyrocam でゲイン補正拡張ボタンをクリックして下記のゲイン補正ツールを開きます：



これにより下記の処理が進みます：

- **Pyrocam** の不良ピクセルおよびゲインの補正機能が自動的に無効となります。
- **ゲイン補正ダイアログ**ウィンドウが開きます。
- **BeamGage**の2D表示画面にライブ画像が現れます。
- 前にロードした**GC表**が（もしあれば）**Pyrocam** からダウンロードされます。

補正手順

- Step 1** 表示された画像で、ディテクタアレイが一様に照射されていることを確認し、“**Create Gain Table/ゲイン表作成**”をクリックします。
- Step 2** 全体のGC表の計算には数秒かかりますが、**Pyrocam** へのトリガレートが遅い場合、より長い時間がかかります。処理の終了はステータスバーで確認できます。
- Step 3** ゲイン補正の効果を確認するには、**ソフトウェアゲイン補正**を有効にします。不良ピクセルを除けば、表示画像は非常に均一に照射されたものとなります。不良ピクセルは修復できますので気にする必要はありません。

注意：全ての不良ピクセルがマークされているかどうかの確認は付録Cの手順で行って下さい。

- Step 4** 新しいGC表を**Pyrocam**フラッシュメモリに送るには“**Write Flash/フラッシュへの書き出し**”をクリックします。その間、マウスポインタは砂時計表示に変わり、保存が終了すると矢印に戻ります。
- Step 5** 新しいGC表をファイルに保存するには、**保存と読込**セクションでファイル名を入力し **Save** を押します（必ず行って下さい）。
- Step 6** **ゲイン補正ダイアログ**画面を閉じ、ゲイン補正処理を終了します。
- Step 7** 更新された GC 表の効果を確かめるには、“**Bad Pixel Correction/不良ピクセル補正**”と“**Gain Correction/ゲイン補正**” ボタンをクリックして有効にします。効果は2D ビーム表示画面で確認します。処理が正しく行われていれば、画像には欠陥ピクセルは現れず、明るさも同様であることが確認できるはずです。

付録 E Pyrocam モデル名とアクセサリ

Pyrocam IV モデル

品番	モデル	概要
SP90296	PY-IV-C-A	Pyrocam IV パルス/チョップ
SP90299	PY-IV-P-A	Pyrocam IV パルスのみ

Pyrocam IVs モデル

品番	モデル	概要
SP90xxx	PY-IVs-C-A	Pyrocam IVs パルス/チョップ
SP90xxx	PY-IVs-P-A	Pyrocam IVs パルスのみ

ウィンドウ*

品番	モデル	概要
SP90301	PY_IV-W-BK7-1.064	Pyrocam IV ウィンドウ、BK7、 A/Rコート ; 1.064 μ m
SP90302	PY-IV-W-SI-1.05-2.5	Pyrocam IV ウィンドウ、Si、 A/Rコート ; 1.05 ~2.5 μ m
SP90303	PY-IV-W-SI-2.5-4	Pyrocam IV ウィンドウ、 Si、 A/Rコート ; 2.5~4 μ m
SP90304	PY-IV-W-GE-3-5.5	Pyrocam IV ウィンドウ、 Ge、 A/Rコート ; 3~5.5 μ m
SP90305	PY-IV-W-GE-10.6	Pyrocam IV ウィンドウ、 Ge、 A/Rコート ; 10.6 μ m
SP90306	PY-IV-W-GE-8-12	Pyrocam IV ウィンドウ、 Ge、 A/Rコート ; 8~12 μ m
SP90307	PY-IV-W-ZNSE-10.6	Pyrocam IV ウィンドウ、 ZnSe、 A/Rコート ; 10.6 μ m
SP90308	PY-IV-W-ZNSE-2-5	Pyrocam IV ウィンドウ、 ZnSe、 A/Rコート ; 2 to 5 μ m
SP90309	PY-IV-W-POLY-THZ	Pyrocam IV ウィンドウ、 LDPE、無コート、テラヘルツ用

*ウィンドウはPyrocam IVおよびIVsに共通です。

付録 F 機能一覧

Pyrocam には何百もの機能があります。リードオンリーとされる機能を除いた全ての機能の設定は、GenICam 準拠カメラとの通信プログラムにて変更可能です。しかし、実際に変更される機能は非常に限られたものです。下表は変更すべき機能および便利なリードオンリーの機能を示したものです。オフィール-スピリコンではこのリストの機能に対してのみサポートを行います。他の機能を変更した場合、Pyrocam が正しく動作しないか動作が停止するなどの問題が発生する危険性が生じます。

グループ	機能	*注	説明	タイプ	値/範囲/デフォルト
デバイスコントロール					
	DeviceVendorName	RO	デバイスのメーカー名	string[32]	Spiricon
	DeviceModelName	RO	デバイスのモデル	string[32]	Pyrocam IV
	DeviceVersion	RO	インターフェースのバージョン (ファームウェアではない)	string[32]	1.00.00.01
	DeviceID	RO	シリアルナンバー	string[16]	
	DeviceScanType	RO	センサのスキャンタイプ	enum	Linescan
	DeviceReset	WO	電源投入時の状態にリセット	command	
画像フォーマットコントロール					
	SensorWidth	RO	センサ有効幅 (ピクセル)	uint	336
	SensorHeight	RO	センサ有効高さ (ピクセル)	uint	328
	WidthMax	RO	画像の最大幅 (ピクセル)	uint	320
	HeightMax	RO	画像の最大高さ (ピクセル)	uint	320
	Width	RO	画像の幅 (ピクセル)	uint	320
	Height	RO	画像の高さ (ピクセル)	uint	320
	PixelFormat	RO	ピクセルのフォーマット	enum	Mono 16
データ取得コントロール					
	AcquisitionMode	RO	取得モードの設定	enum	Continuous
	AcquisitionStart	WO	データ取得の開始	command	
	AcquisitionStop	WO	データ取得の停止	command	
	ExposureTimeRaw	RW	露光時間の設定 (μs)	uint	1 - 40000
アナログコントロール					
	Gain	RW	ゲインを絶対値として制御	float	1.0 - 8.0
	GainRaw	RW	ゲインを生数の整数値として制御	uint	0 = 1.00 1 = 1.14 2 = 1.33 3 = 1.60 4 = 2.00

					5 = 2.67 6 = 4.00 7 = 8.00
カスタム機能					
	Calibrate	RW	ブラックレベルの調整後、校正補正フレームの取得 Set TRUE ; 校正実施 Set FALSE ; キャンセル 校正終了後カメラはFALSEにリセット。	bool	False
	PixelVSize	RO	有効水平ピクセルピッチ (μm)	float	80.0
	PixelVSize	RO	有効垂直ピクセルピッチ (μm)	float	80.0
	CameraStatus	RO	ビットフラグ ; 現在のカメラ状態を示す #define STATUS_BUSY 0x0001 #define STATUS_CALIBRATE 0x0002 #define STATUS_VALID_FLASH_PULSE_BA DPIX 0x1000 #define STATUS_VALID_FLASH_CHOP_BA DPIX 0x2000 #define STATUS_VALID_FLASH_PULSE_G AINFRAME 0x4000 #define STATUS_VALID_FLASH_CHOP_GAI NFRAME 0x8000	uint	0
	TriggerMethod	RW	パルス / チョップ	enum	Pulse
	PulseMode	RO	パルスモード ; シングルショット/連続	enum	SingleShot
	PreTrigger	RW	アレイスキャン・プリトリガをトリガの前 (負) か後 (正) 数μsで開始	uint	-3000 – 3000
	ChopperSpeed	RW	内蔵チョップの速度を選択	enum	Chopper Speed 50
	BadPixCorrection	RW	不良ピクセル補正の有効/無効	bool	True
	GainCorrection	RW	ゲイン補正の有効/無効	bool	False
	TriggerPeriod	RO	トリガパルス間の時間間隔 (μs)	uint	
	SkippedTriggers	RO	フレーム取得間でスキップされたトリガ数	uint	
	FirmwareVersion	RO	16進法でコード化されたファームウェアバージョン : MM = メジャーバージョン mm = マイナーバージョン bb = ビルドナンバー rr = 版	uint	0x01000001
	FPGAChecksum	RO	フラッシュメモリに保存されたFPGAの簡単なチェックサム	uint	
	HardwareRevision	RO	ハードウェアの更新	enum	A
	MaxGain	RO	最大許容ゲイン	float	1.0 – 8.0

* RO = リードオンリー, RW = リード/ライト, WO = ライトオンリー